

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GENÉTICA PARA PROFESSORES DO  
ENSINO MÉDIO

Márcio de Camargo Rosa

**RELAÇÕES ECOLÓGICAS E EVOLUTIVAS  
ENTRE MICRORGANISMOS E PLANTAS: UMA  
ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO**

VOTORANTIM, 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GENÉTICA PARA PROFESSORES DO  
ENSINO MÉDIO

Márcio de Camargo Rosa

**RELAÇÕES ECOLÓGICAS E EVOLUTIVAS ENTRE  
MICROORGANISMOS E PLANTAS: UMA ABORDAGEM PARA O  
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio do Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Genética.  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vanessa Kava-Cordeiro.

VOTORANTIM, 2011

## RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se refletir sobre a importância da inclusão do tema microrganismos endófitos nos currículos normais do ensino médio bem como do uso de recursos tecnológicos para dinamizar as aulas. Apresenta informações de livros e artigos acadêmicos que abordam o assunto, este que possibilita uma gama de abordagens, dada sua conexão com diversas áreas dentro das ciências biológicas. Também analisa dados obtidos a partir da apresentação do tema, mostrando as idéias prévias e as concepções dos alunos pós-apresentação.

**PALAVRA-CHAVE:** endófitos; biotecnologia; relações ecológicas

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASÍLIA, 2006) o ensino da Biologia deve enfrentar alguns desafios, sendo um deles seria possibilitar ao aluno a participação nos debates contemporâneos que exigem conhecimento e outro desafio seria a formação do indivíduo com um sólido conhecimento de Biologia e com raciocínio crítico.

Este documento aponta também o papel do professor como um mediador entre o conhecimento sistematizado e o aluno, para que este consiga transpor para o cotidiano os conteúdos apropriados em sala de aula.

Outro fato relevante destacado como possibilidade de ação pedagógica é o estabelecimento, pelo professor, de vínculos diretos e claros entre o conteúdo e a realidade. Trata-se da contextualização. Ele salienta que é importante, também, que “o professor perceba que a contextualização deve ser realizada não somente para tornar o assunto mais atraente ou mais fácil de ser assimilado, Mais do que isso, é permitir que o aluno consiga compreender a importância daquele conhecimento para a sua vida, e seja capaz de analisar sua realidade, imediata ou mais distante, o que pode tornar-se uma fonte inesgotável de aprendizado” .

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 2002) para promover um aprendizado ativo é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos, como, por exemplo, aqueles que envolvem interações entre os seres vivos, incluindo o ser humano, e demais elementos do ambiente.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Raven et al. (2001) endófitos são fungos que estabelecem relações simbióticas com plantas, vivendo dentro de folhas ou caules aparentemente saudáveis. Os autores ainda salientam que “muitos desses fungos produzem metabólitos secundários tóxicos que parecem proteger seus hospedeiros contra fungos patógenos, contra ataque de insetos e o pastoreio por mamíferos”. Azevedo (1998a) e Sobral (2003) *apud* Petrini (1991) explicam que endófitos vivem no interior das plantas, sem causar aparentemente dano a seus hospedeiros

Raven et al.(2001) cita também que endófito é um termo geral utilizado para planta ou fungo que cresce dentro de plantas. A obra faz menção de que em muitas espécies de grama, fungos endofíticos colonizam as flores e proliferam nas sementes, fazendo com que as hifas do fungo desenvolvam-se internamente nos caules e folhas das plantas adultas, crescendo entre as células do hospedeiro. Ainda de acordo com Raven et al.(2001) fungos endofíticos comuns em gramíneas protegem o hospedeiro contra seus inimigos e o fungo obtém todas as necessidades nutricionais provenientes da planta. Os efeitos nocivos sobre os herbívoros são decorrentes da produção de alcalóides pelo fungo, compostos nitrogenados amargos, abundantes em algumas plantas, que têm efeitos fisiológicos em seres humanos e animais.

Já os microrganismos epifíticos crescem e vivem sobre a superfície vegetal (Sobral, 2003; Azevedo 1998a). No entanto de acordo com Azevedo (1998a) essa classificação tem finalidade apenas didática, pois pode haver sobreposição desses grupos, de acordo com as condições do ambiente ou estado fisiológico do hospedeiro.

Sobral (2003) caracterizou-se e identificou as bactérias endofíticas *Burkholderia gladioli* e *Pseudomonas oryzae*, capazes de crescer na presença do herbicida glifosato e a *Methylobacterium spp.* , que coloniza ativamente a superfície e os tecidos internos da soja após inoculação via semente.

De acordo com MOORE-LANDECKER (1996) a presença de endofíticos é confirmada pela microscopia e por isolamento de meios de cultura.

O site da EMBRAPA por meio do Projeto "Diversidade de Microrganismos Endofíticos e seu Potencial Biotecnológico" lista várias razões para o estudo de endofíticos como a capacidade de produção de antibióticos e outros metabólicos secundários de interesse farmacológico; eles podem servir como bioindicadores de vitalidade (apud Helander; Rantio-Lehtimäki, 1990), têm sido usados como agentes de controle biológico de pragas e doenças, bioherbicidas, na biorremediação de solos contaminados com poluentes e como vetores para introdução de genes em plantas hospedeiras.

De acordo com a compilação realizada por BIZI estudos têm mostrado que pelo menos 15 gêneros de bactérias são capazes de controlar doenças fúngicas ou bacterianas em culturas de interesse, sendo os gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* os que apresentam um maior potencial para o controle efetivo de doenças. Quanto aos fungos endofíticos, os gêneros *Neotyphodium* e *Fusarium* apresentam maior potencial para o controle biológico de doenças e principalmente de insetos. Segundo Azevedo (1998a) adentram as plantas por aberturas naturais e feridas, sendo as raízes uma das portas de entrada mais utilizadas.

Azevedo (1998a) explica que os microrganismos endofíticos diferenciam-se dos fitopatogênicos, pois os últimos são prejudiciais às plantas, causando-lhes doenças. Raven et al.(2001) cita entre as bactérias fitopatogênicas as pertencentes ao gênero *Agrobacterium*, que causam a doença galha de coroa, semelhante a um tumor. Azevedo (1998a) relata que há mais estudos envolvendo bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos do que os demais endofíticos que habitam principalmente as partes aéreas das plantas.

Raven et al.(2001) cita que “pelo menos 80% de todas as plantas vasculares formam associações mutualísticas benéficas chamadas micorrizas, entre suas raízes e os fungos”. AMABIS & MARTHO (2006) ressalta a importância das micorrizas relatando os estudos que mostram que plantas que vivem em solos pobres em minerais de que elas necessitam se beneficiam com essa associação, pois o fungo, por meio de suas hifas, aumenta a capacidade da raiz de absorver minerais escassos no solo, enquanto o fungo se beneficia dos açúcares, aminoácidos e outras substâncias orgânicas obtidas a partir das raízes do vegetal. Souza et al.(2006) relata que há evidências de que os

vegetais ancestrais já tinham micorrizas, indicando que os grupos passaram por um processo de co-evolução, fato que explica a ocorrência generalizada, as diferenciações em tipos e a distribuição geográfica dessas associações.

O grupo de endofíticos conhecidos como bactérias fixadoras de nitrogênio mais comuns são *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* segundo Raven et al. (2001). Estes invadem raízes de leguminosas como a alfafa (*Medicago sativa*), trevos (*Trifolium*), ervilha (*Pisum sativum*), soja (*Glycine max*) e feijões (*Phaseolus*). As bactérias suprem a planta hospedeira com uma forma de nitrogênio que pode ser usada na síntese de proteínas. Em troca a planta supre a bactéria com uma fonte de energia para sua atividade de fixação de nitrogênio e com moléculas de carbono.

Outra associação mutualística importante, porém envolvendo seres humanos e bactérias é a estabelecida entre a *Escherichia coli*, que sintetiza vitaminas K e B, que são absorvidas pelo corpo e em troca o intestino humano fornece nutrientes para as bactérias (FERREIRA & ALMEIDA, 2008 apud TORTORA, FUNKE & CASE, 2005). FERREIRA & ALMEIDA (2008) também salientam que microbiota normal do corpo humano é de 100 trilhões de bactérias

### 3 DESENVOLVIMENTO

O trabalho desenvolvido caracterizou-se por três etapas distintas, sendo a primeira de estudos e elaboração do material pedagógico, a segunda de exposição dialogada do tema e a terceira de “feedback” dos alunos quanto ao que foi apresentado.

A justificativa da escolha do tema foi a sua complexidade, apresentando uma relevância para distintas áreas das Ciências Biológicas como ecologia, genética, genética molecular, farmacologia e evolução.

Os objetivos desse trabalho foram:

- Possibilitar aos alunos do 3º ano do Ensino Médio o contato com um tema que permita a eles a revisão de conteúdos anteriormente estudados e a aquisição de conceitos como biorremediação, biotecnologia e farmacologia.
- Permitir que a partir da apresentação do tema os alunos desenvolvam uma postura crítica quanto aos mecanismos de biotecnologia e genética molecular envolvidos
- Mostrar algumas das relações benéficas estabelecidas entre o ser humano e microrganismos.

#### 3.1 Primeira etapa

A primeira etapa de estudos caracterizou-se pela busca, em livros editorados, artigos científicos e internet, dos assuntos relacionados ao tema endófitos. Seguiu-se a construção da aula em formato de palestra, utilizando-se o datashow, enfocando sobre assuntos relevantes sobre o tema destacado.

#### 3.2 Segunda etapa

A exposição dialogada teve como público-alvo um grupo de 25 alunos do 3º ano do Ensino Médio – período noturno da EE Profa Maria Helena Sikorski Cerqueira César, localizada na zona rural do município de Piedade- SP. Nela foram apresentados os microrganismos endofíticos, fitopatógenos e as bactérias do intestino humano com a finalidade de comparação com os grupos de microrganismos anteriormente citados.



### 3.3 Terceira etapa

Na terceira etapa a aula foi aberta a discussão de tópicos relevantes quanto ao tema, com participação oral e coletiva dos alunos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exposição dialogada do tema endófitos possibilitou aos alunos uma associação entre diversas áreas dentro das Ciências Biológicas, notadamente ecologia e biotecnologia. Este tema amplo foi fundamental para a revisão de conceitos até então esquecidos por boa parte dos alunos.

Grande foi a associação do tema endófitos com o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*, levedo empregado na fabricação de pão e bebidas alcoólicas (AMABIS & MARTHO, 2004). A partir desse exemplo foi possível uma maior associação do termo biotecnologia, que de acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU “define-se pelo uso de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos, com o fim de resolver problemas e criar produtos de utilidade.”

Outro fato importante a ser salientado é o desconhecimento do tema por parte dos alunos e a grande dificuldade encontrada por eles em associar os radicais gregos e latinos com o significado, como por exemplo os termos “endofíticos, epifíticos, biorremediação”

Nota-se que era grande a associação de bactérias com somente ser prejudicial visto a grande diversidade de bactérias que são agentes patogênicos encontradas no mundo. Após a explanação, especialmente nos tópicos referentes a antagonismo microbiano, notou-se uma grande surpresa por boa parte dos alunos, que até então não imaginavam tantos benefícios que propiciam as bactérias, bem elucidados por FERREIRA & ALMEIDA (2008).

Após as discussões notou-se uma grande “adesão” a importância do estudo de microrganismos endofíticos, principalmente após explicação sobre sua importância, extraída do site do Projeto "Diversidade de Microrganismos Endofíticos e seu Potencial Biotecnológico”

Os alunos também relataram que a utilização de recursos tecnológicos facilita a compreensão do assunto a ser trabalhado, demonstrando a importância cada vez maior que deve-se dar a implementação de ferramentas tecnológicas no exercício do trabalho em sala de aula.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O progresso do desenvolvimento científico tem sido tão acentuado que hoje vai além de barreiras culturais, sociais, religiosas estando acessível a todo e qualquer cidadão, notando-se uma globalização não apenas em nível geográfico, cultural, mas sim científico.

O uso das ferramentas acessíveis nesta era da tecnologia associado ao cotidiano dos alunos através do que chamamos de contextualização permite uma maior assimilação e um grande estímulo para uma aprendizagem efetiva, não vinculada somente a aquisição de conceitos e termos, mas ao desenvolvimento de uma postura crítica nos alunos.

O tema endófitos se mostrou de grande relevância, mesmo com o estranhamento inicial, possivelmente devido a sua terminologia, possibilitando um amplo debate sobre o uso e conhecimento da biodiversidade, associada às recentes pesquisas e descobertas no campo da biotecnologia e genética molecular

Concluindo, este enfoque multifacetado e recortado de tema propiciou uma reflexão e despertou interesse por mais pesquisas tanto da parte do educador como dos educandos.

## BIBLIOGRAFIA

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. (1995). **Biologia dos Organismos**.

Editora Moderna. São Paulo.

AZEVEDO, J.L. Microrganismos endofíticos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Ed) **.Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa-Meio Ambiente, 1998a. cap.4, p.117-137.

BIZI, R.M. Microrganismos Endofíticos. Laboratório de Proteção Florestal. Disponível em: <<http://floresta.ufpr.br/~lpf/contbio02.html>> Acesso em 03.jul.2011.

BRASÍL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. Orientações Curriculares do Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília; MEC/SEB, 2006

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 2002.

Convenção sobre Diversidade Biológica (Artigo 2. Utilização de Termos). *Nações Unidas*. 1992. Disponível em: <[http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/legislacao\\_01.pdf](http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/legislacao_01.pdf)> Acesso em 10. jun. 2011.

EMBRAPA. Jornal do Endofítico. Projeto Biota-Fapesp. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/endofiticos/introducao.htm>> Acesso 21 de maio de 2011

FERREIRA, A. E. L ; ALMEIDA, J. R.S . Os benefícios das bactérias no hospedeiro humano. Netsaber artigos.2008. Disponível em: <[http://artigos.netsaber.com.br/resumo\\_artigo\\_7797/artigo\\_sobre\\_os\\_beneficios\\_das\\_bacterias\\_no\\_hospedeiro\\_humano](http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_7797/artigo_sobre_os_beneficios_das_bacterias_no_hospedeiro_humano)> Acesso em 20.mai.2011.

MOORE-LANDECKER, E. 1996. Fundamentals of the Fungi. 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey, USA, 574pp.

PETRINI, O. Fungal endophyt of tree leaves. In: ANDREWS, J.H.; HIRANO, S.S. (Ed.) **Microbial Ecology of Leaves**. New York: Springer Verlag, 1991. cap.9, p.179-197.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. (2001) Biologia Vegetal. 6<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 906p.

SOBRAL, J.K. A comunidade bacteriana endofítica e epifítica de soja (Glycine max) e estudo da interação endófitos-planta. 2003. 174 p. **Tese** (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 2003.

SOUZA, V.C. et al. Estudos sobre fungos micorrízicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.3, 2006.

TORTORA, Gerard J; FUNKE, Berdell R; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 893p.